様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　２ 年　 ６ 月　 １ 日現在

機関番号：１２６０１
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2017～2019
課題番号：１７Ｋ１６９５９

研究課題名（和文）ベイズ法を用いた視野測定の高速化

研究課題名（英文）Developing faster visual field measurement with Bayes methods

研究代表者
村田　博史（Murata, Hiroshi）

東京大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：８０６３５７４８

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,100,000円

研究成果の概要（和文）：視野測定アルゴリズムとしてHumphrey Field Analyser搭載のSITA-Standardアルゴリズムが広く使用されている。SITA-Standardアルゴリズムは使用可能となってから20年以上経過しているが、その後それよりも優れたアルゴリズムは開発されていない。
本研究ではSITA-Standardよりも高速に測定できるアルゴリズムの開発を行った。これにより、長時間の検査のより疲労効果の軽減が期待でき、臨床的に有用であると期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義
視野検査は両眼で10分程度かかり、その間患者は集中して視野測定を行う必要がある。測定時間が長いと疲労効果により視野の感度が下がることが示されている。また途中で集中がなくなり、視野検査の継続が困難となることもある。従って短時間で視野検査を行うことの利点は多い。
本研究のアルゴリズムにより、短時間でSITA-Standardと互換性のある同等の結果を得ることがしめされた。また再現性も同等であった。従って、臨床的に本アルゴリズムは有用であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：SITA-Standard visual field measurement algorithm built in Humphrey Field Analyser is widely used. However, an algorithm better than SITA-Standard has not been developed for more than a couple of decades. In this study, we developed a faster visual field measurement algorithm. We believe that it would be useful in the clinical settings.

研究分野：緑内障

キーワード：視野　Bayes統計

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

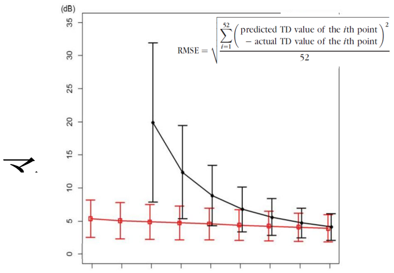
視野測定アルゴリズムとして Humphrey Field Analyser 搭載の SITA-Standard アルゴリズムが広く使用されている。SITA-Standard アルゴリズムは使用可能となってから 20 年以上経過しているが、その後それよりも優れたアルゴリズムは開発されていない。
われわれは、本研究以前に Bayes linear regression を用いて、視野の進行予測を精度よく予測することができた。Bayes linear regression を応用することで、視野測定アルゴリズムが開発できることがわかったため、本研究を開始した。

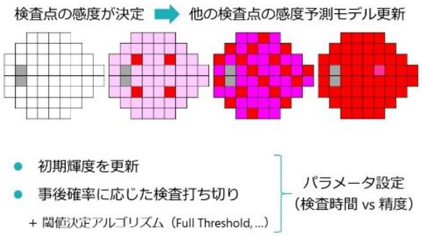
２．研究の目的

Bayes linear regression を応用した視野測定アルゴリズムを開発し、SITA-Standard よりも優れたものを開発する。

３．研究の方法

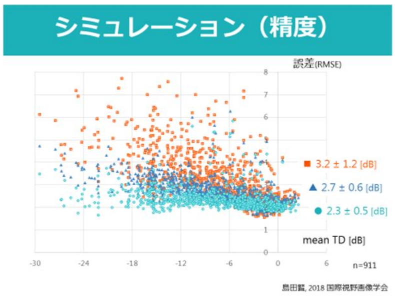
まず、Bayes liner regression の訓練データは東大病院の 4278 例 7268 眼を使用した。テストデータは 547 例 911 眼を用いた。結果はグラフに示す通り単回帰よりも優れたものであった

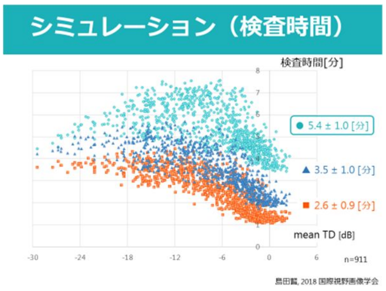




つぎに、上図に示すとおり、Bayes linear regression を用いて、初期輝度を決定し、測定が進行し感度決定がなされるたびに事後分布を更新しすることで視野の測定スピードの向上を図った。
以上の測定アルゴリズムを Humphrey Field Anlyser(HFA)の SITA-Standard アルゴリズムと比較した。対象は緑内障患者 72 例 122 眼(62±10 歳)、3 ヶ月以内に各々2 回測定し、再現性等を比較した。

４．研究成果





まずはシミュレーションを行い、視野測定アルゴリズムの速度にかかわるパラメータを 3 通り調査し、SITA-Standard と同等かそれよりも優れた結果になると予想されるものを選んだ。上図はシミュレーションによる精度と検査時間の結果である。

実測

【1回目】	MD[dB]	PSD[dB]	検査時間[分]
HFA	−7.91 ± 6.20	8.51 ± 4.89	6.0 ± 1.1
AP-7700	−8.18 ± 6.41	8.71 ± 4.79	5.4 ± 1.5

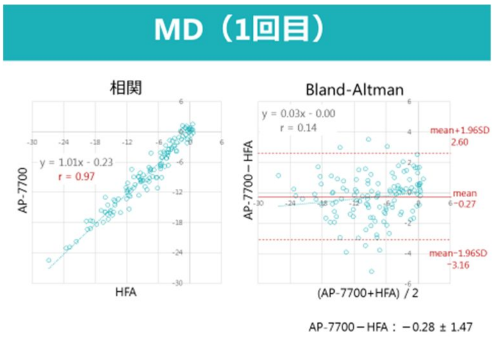
p<0.001

【2回目】	MD[dB]	PSD[dB]	検査時間[分]
HFA	−8.67 ± 6.23	8.63 ± 4.78	6.0 ± 1.0
AP-7700	−7.98 ± 6.21	8.64 ± 4.75	5.5 ± 1.5

p<0.001

Linear mixed model

※　シミュレーション：5.4 ± 1.0 [分]



次に実際に測定した結果が上表の通りである。初回、2 回目ともに、検査時間は本アルゴリズムのほうが短時間で終了しており、視野のグローバルインデックスである MD、PSD には有意な差が

なく、出力結果は同等であることが示された。また、MD のブランドアルトマンプロットでは特に問題となる傾向は認められなかった。

MD vs 検査時間（1回目）

病期	HFA 検査時間[分]	AP-7700 検査時間[分]	N
初期	5.2 ± 0.8	4.4 ± 1.2	56
中期	6.6 ± 0.8	6.1 ± 1.4	38
後期	6.9 ± 0.9	6.3 ± 1.2	28

再現性（1回目と2回目の差）

絶対誤差	MD[dB]	PSD[dB]
HFA	1.22 ± 1.10	0.83 ± 0.85
AP-7700	1.13 ± 1.10	0.71 ± 0.67

検査点のRMSE	閾値[dB]	TD[dB]
HFA	4.2 ± 1.8	4.2 ± 1.8
AP-7700	4.3 ± 1.7	4.3 ± 1.7

Linear mixed model

また、上図に示す通り、MD と測定時間の関係をしらべたが、どの緑内障のステージにおいても一貫して本アルゴリズムのほうが測定時間が短いことが判明した。再現性については linear mixed model を使用して比較したが、両アルゴリズムにおいて有意な差は認められなかった。

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計9件（うち査読付論文　9件／うち国際共著　3件／うちオープンアクセス　3件）

１．著者名 Murata Hiroshi、Zangwill Linda M.、Fujino Yuri、Matsuura Masato、Miki Atsuya、Hirasawa Kazunori、Tanito Masaki、Mizoue Shiro、Mori Kazuhiko、Suzuki Katsuyoshi、Yamashita Takehiro、Kashiwagi Kenji、Shoji Nobuyuki、Asaoka Ryo	４．巻 59
２．論文標題 Validating Variational Bayes Linear Regression Method With Multi-Central Datasets	５．発行年 2018年
３．雑誌名 Investigative Opthalmology & Visual Science	６．最初と最後の頁 1897～1897
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1167/iovs.17-22907	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

１．著者名 Yousefi Siamak、Sakai Hiroshi、Murata Hiroshi、Fujino Yuri、Garway-Heath David、Weinreb Robert、Asaoka Ryo	４．巻 59
２．論文標題 Asymmetric Patterns of Visual Field Defect in Primary Open-Angle and Primary Angle-Closure Glaucoma	５．発行年 2018年
３．雑誌名 Investigative Opthalmology & Visual Science	６．最初と最後の頁 1279～1279
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1167/iovs.17-22980	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

１．著者名 Yanagisawa Mieko、Yamashita Takehiro、Matsuura Masato、Fujino Yuri、Murata Hiroshi、Asaoka Ryo	４．巻 59
２．論文標題 Changes in Axial Length and Progression of Visual Field Damage in Glaucoma	５．発行年 2018年
３．雑誌名 Investigative Opthalmology & Visual Science	６．最初と最後の頁 407～407
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1167/iovs.17-22949	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 Anderson Andrew J.、Asokan Rashima、Murata Hiroshi、Asaoka Ryo	４．巻 38
２．論文標題 Detecting glaucomatous progression with infrequent visual field testing	５．発行年 2018年
３．雑誌名 Ophthalmic and Physiological Optics	６．最初と最後の頁 174～182
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/opo.12439	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Matsuura Masato、Murata Hiroshi、Fujino Yuri、Hirasawa Kazunori、Yanagisawa Mieko、Asaoka Ryo	4．巻 187
2．論文標題 Evaluating the Usefulness of MP-3 Microperimetry in Glaucoma Patients	5．発行年 2018年
3．雑誌名 American Journal of Ophthalmology	6．最初と最後の頁 1～9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ajo.2017.12.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Yanagisawa Mieko、Murata Hiroshi、Matsuura Masato、Fujino Yuri、Hirasawa Kazunori、Asaoka Ryo	4．巻 6
2．論文標題 Goldmann V Standard Automated Perimetry Underestimates Central Visual Sensitivity in Glaucomatous Eyes with Increased Axial Length	5．発行年 2017年
3．雑誌名 Translational Vision Science & Technology	6．最初と最後の頁 13～13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1167/tvst.6.5.13	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Hirasawa Kazunori、Matsuura Masato、Murata Hiroshi、Nakakura Shunsuke、Nakao Yoshitaka、Kiuchi Yoshiaki、Asaoka Ryo	4．巻 6
2．論文標題 Association between Corneal Biomechanical Properties with Ocular Response Analyzer and Also CorvisST Tonometry, and Glaucomatous Visual Field Severity	5．発行年 2017年
3．雑誌名 Translational Vision Science & Technology	6．最初と最後の頁 18～18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1167/tvst.6.3.18	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Yuki Kenya、Asaoka Ryo、Awano-Tanabe Sachiko、Ono Takeshi、Shiba Daisuke、Murata Hiroshi、Tsubota Kazuo	4．巻 6
2．論文標題 Predicting Future Self-Reported Motor Vehicle Collisions in Subjects with Primary Open-Angle Glaucoma Using the Penalized Support Vector Machine Method	5．発行年 2017年
3．雑誌名 Translational Vision Science & Technology	6．最初と最後の頁 14～14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1167/tvst.6.3.14	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Aoki Shuichiro、Murata Hiroshi、Fujino Yuri、Matsuura Masato、Miki Atsuya、Tanito Masaki、Mizoue Shiro、Mori Kazuhiko、Suzuki Katsuyoshi、Yamashita Takehiro、Kashiwagi Kenji、Hirasawa Kazunori、Shoji Nobuyuki、Asaoka Ryo	4．巻 101
2．論文標題 Investigating the usefulness of a cluster-based trend analysis to detect visual field progression in patients with open-angle glaucoma	5．発行年 2017年
3．雑誌名 British Journal of Ophthalmology	6．最初と最後の頁 1658～1665
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1136/bjophthalmol-2016-310069	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

〔学会発表〕　計1件（うち招待講演　0件／うち国際学会　0件）

1．発表者名 村田　博史、藤野　友里、松浦　将人、島田　賢、朝岡　亮
2．発表標題 Variational Bayes を用いた視野測定アルゴリズム
3．学会等名 日本視野画像学会
4．発表年 2019年

〔図書〕　計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

－

6．研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考